Réalisation d'un système solaire

version 1

Interface Homme-Machine : Unity (Version enseignant)

Voici les objectifs de ce sujet :

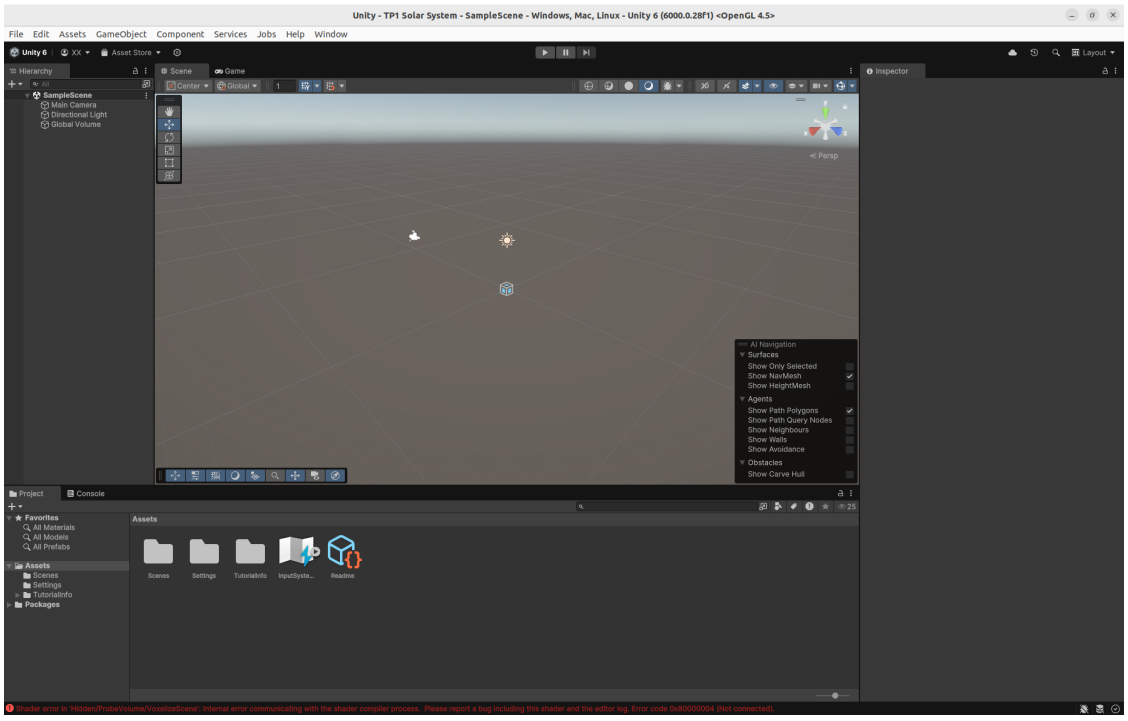
— Comprendre l'IDE `Unity`.
— Création d'un projet.
— Placer des objets dans l'environnement.
— Comprendre la hiérarchie pour différencier transformation locale et globale.
— Comprendre le canevas 2D.
— Manipuler des widgets classiques.
— Exploiter les événements pour ajouter des interactions.
— Réaliser des scripts simples pour l'animation.

Solution

1 Création du projet

1. Installer `UnityHub` et la dernière version de `Unity`. La version sur laquelle ce tutorial a été réalisée est : `UnityHub 3.10.0` et `Unity 6000.0.28f1 (LTS)`.
2. Ouvrir `UnityHub` et sélectionner :
   — "*New Project*"
   — "*Universal 3D Core*"
   — "*Project name*" → "*TP1 Solar System*"
   — "*Location*" → choisir le dossier de destination
   — "*Create Project*"

`Unity` charge les fichiers *ad hoc* puis une nouvelle scène est générée et l'interface affichée en figure 1a s'affiche.



(a) Nouvelle scène `Unity`

Solution

La fenêtre principale contient deux onglets :

— `Scene` permet de vérifier les propriétés des objets.

— `Game` affiche la vue de la caméra au démarrage de l'application.

Attention à bien vérifier que `Scene` est sélectionné pour mettre en place la scène, sinon on a l'impression que l'interaction est bloquée. Un moyen de s'en assurer est de sauvegarder la scène : si le mode `Play` ou `Pause` (voir les icônes en haut de l'interface) a été activé, un message d'erreur apparaît.
Pour arrêter le mode `Play` ou `Pause`, il faut cliquer sur les icônes correspondantes pour qu'elles repassent en gris.

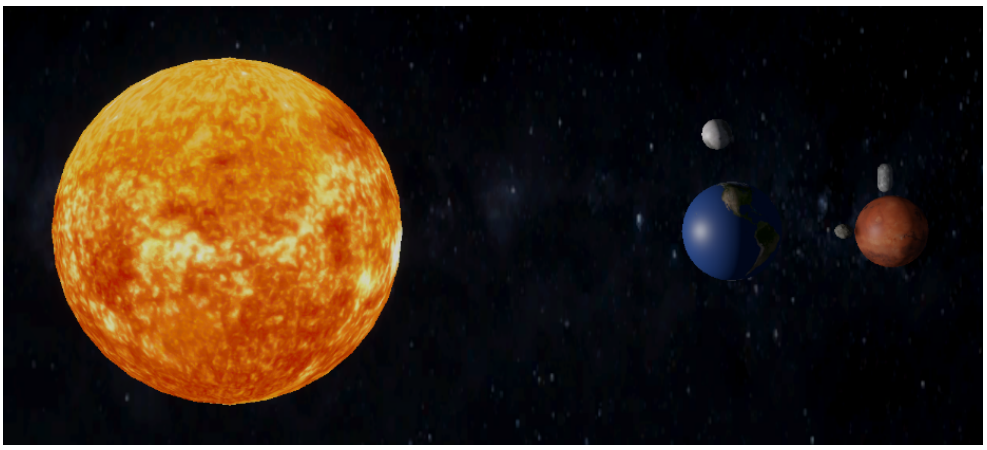
2 Description générale de l'application

Dans ce TP, nous allons modéliser un système solaire qui n'est pas réaliste physiquement. Pour cela, vous devez réaliser en vous inspirant ce qui a été fait en cours en utilisant la hiérarchie, un système solaire composé des éléments suivants :

— *Soleil* qui est au centre de notre animation ;

— deux planètes (disons *Terre* et *Mars*) qui tournent autour du *Soleil* ;

— des lunes pour chaque planète. Pour information, la *Terre* possède une *Lune* et *Mars* possède 2 lunes (nommées *Phobos* et *Deimos*).



L'objectif ici est de réalisez des manipulations d'Unity, vous pouvez/devez expérimenter les points suivants :

1. Utilisez la forme primitive `Capsule` pour *Deimos*.
2. Utilisez un maillage produit avec vos mains sous Blender ou *via* un objet quelconque (format `.obj` de préférence) trouvé sur l'Internet pour remplacer *Phobos*.
3. Mettez une texture sur les objets (pas forcément celle des planètes, mais ce que vous voulez).
4. Modifiez la `"skybox"` de votre caméra (plusieurs possibilités sont permises, mais utilisez bien la documentation et vos intuitions pour le faire, sans chercher en premier lieu une solution sur le net).
5. Placez les objets *de manière hiérarchique* pour répercuter les transformations de leur parent.

Vous pouvez utiliser les ressources mises à disposition sur `UPdago`. Depuis l'interface de `Unity` : repérer l'onglet `Project` et le dossier `Assets`, dans lequel vous glissez-déposez le dossier `Images`.

Solution

Le contenu du dossier `Images` et du sous-dossier `Materials` devrait apparaître sous forme d'icônes.
Il est possible que l'image `rosetta`, associée au fichier `Phobos_1_1000.glb` ne soit pas reconnue correctement : cela est dû à un format non supporté en natif par `Unity`. Deux solutions :

— chercher sur un site libre un objets 3D au format `OBJ`, par exemple sur le site TurboSquid [a] (mot-clé : "*rock*" avec filtre "*price = free*"). Une fois l'archive téléchargée, il faut l'ouvrir puis glisser-déposer le dossier correspondant dans `Assets > Images` ;

— installer un plugin spécifique pour reconnaître le format `GLTF` :

  — Dans l'interface, ouvrir `Window > Package Manager`.

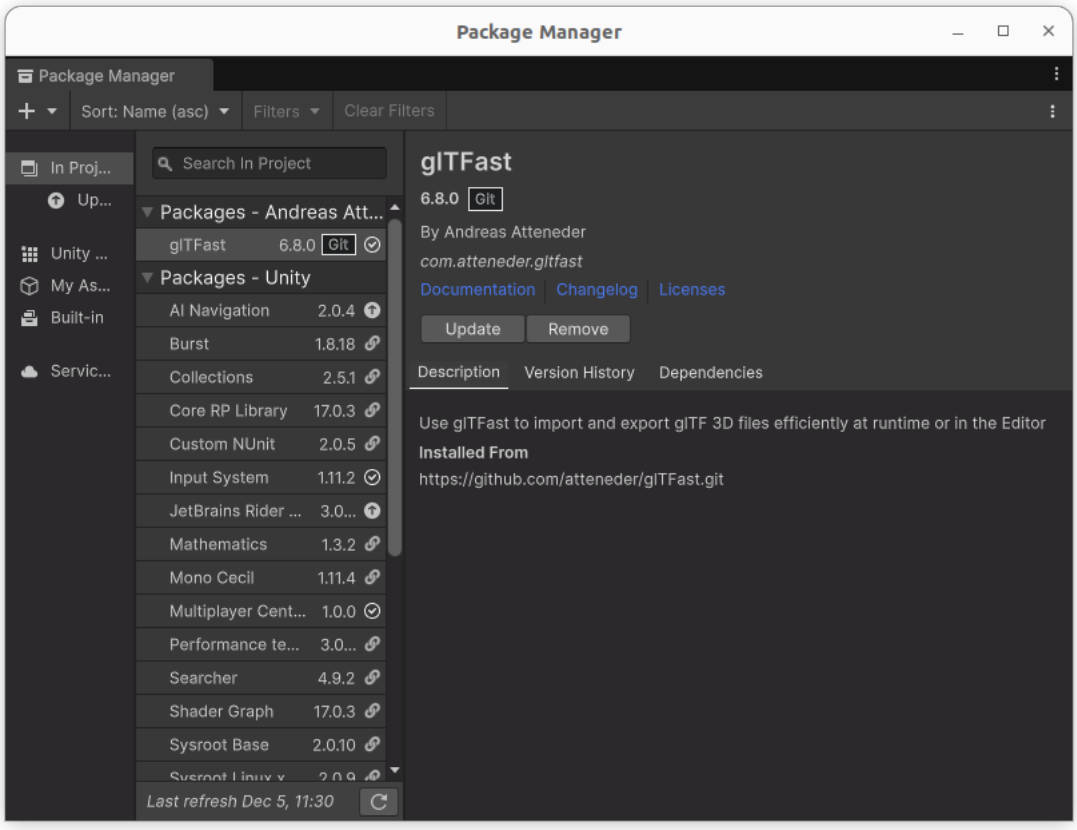
— Cliquer sur le bouton "+ en haut à gauche de la nouvelle fenêtre et sélectionner "`Add package from git URL...`".

— Entrer un lien d'un outil d'import, par exemple `https://github.com/atteneder/glTFast.git` (Fig. 2a).

— `Unity` importe le *package* et relit automatiquement les `assets` → `Phobos_1_1000.glb` est maintenant reconnue et on peut l'insérer directement dans la scène.

Noter que tous les assets sont automatiquement compilés et le résultat porte l'extension `.meta`.

a. Nécessite une inscription gratuite



(a) Import du package `GlTFast`

Solution

2.1 Construction du système solaire

L'onglet `Hierarchy` contient les objets définis par défaut avec la nouvelle scène : une caméra `Main Camera` et une source de lumière `Directional Light`.

2.1.1 Directional Light

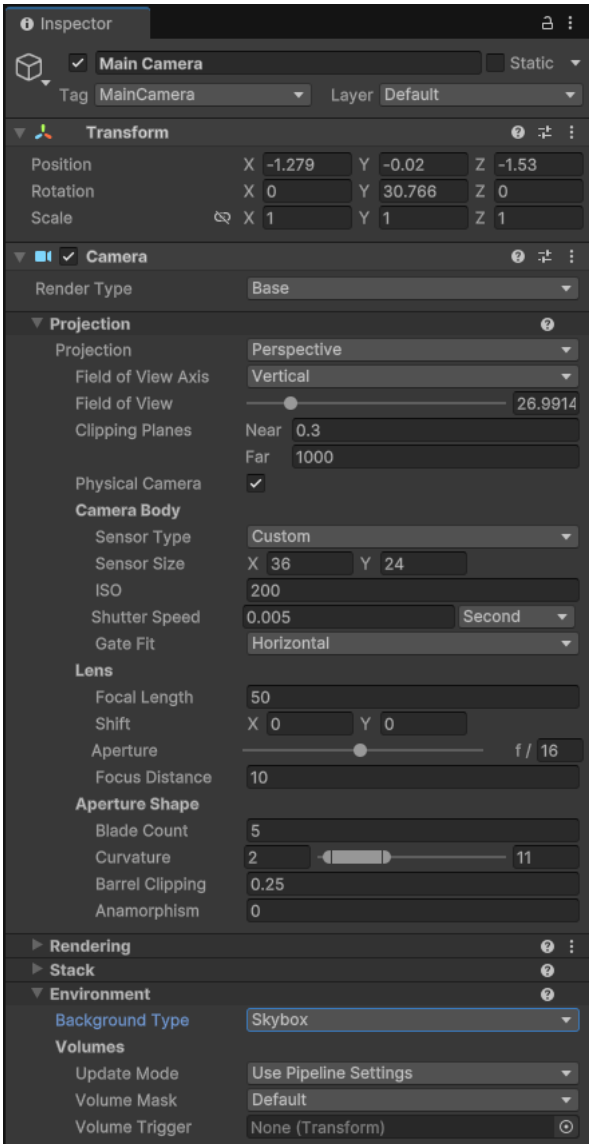
Supprimer cette `Directional Light`. Ce sera le soleil qui fera office de source de lumière.

2.1.2 Main Camera

Modifier ses propriétés dans l'onglet `Inspector` pour correspondre à l'image de la fig. 3a. La position et la rotation de la caméra devront sans doute être adaptées plus tard pour visualiser la scène correctement.

Solution

Cliquer sur le bouton *Add Component* en bas de l'`Inspector`. Dans la barre de recherche, entrer `Skybox`.
On crée ensuite un `Material` personnalisé :



(a) Propriétés de la `Main Camera`

— Dans l'onglet `Project`, bouton droit de la souris sur le dossier `Assets` ; créer l'arborescence de dossiers `Assets > Images > Materials`, se rendre dans `Materials` et sélectionner `Create > Material`.

— Donner un nom (par exemple "*8k_ stars_ milky-way*" au `Material` qui apparaît (l'extension `".mat"` est automatiquement ajoutée).

— Dans l'`Inspector`, les propriétés par défaut du nouveau `Material` sont affichées.

— Modifier le type de `Shader` dans la liste déroulante, par exemple "*6 Sided*".

→ en suivant cet exemple, on considère que la scène est à l'intérieur d'un cube ; il faut affecter une image à chaque face de ce cube. On peut placer la même image (par exemple "*8k_ stars_ milky-way.jpg*", qui doit exister au préalable) sur toutes les faces *Front*, *Back*, *Left*, *Right*, *Up* et *Down*.

— L'affichage de la sphère de test en bas de l'`Inspector` passe du blanc par défaut à la texture sélectionnée.

— Sélectionner de nouveau `Main Camera` dans l'onglet `Hierarchy`.

— Dans le composant `Skybox` : cliquer sur le cercle à droite du champ `Custom Skybox` et sélectionner "*8k_ stars_ milky-way*".

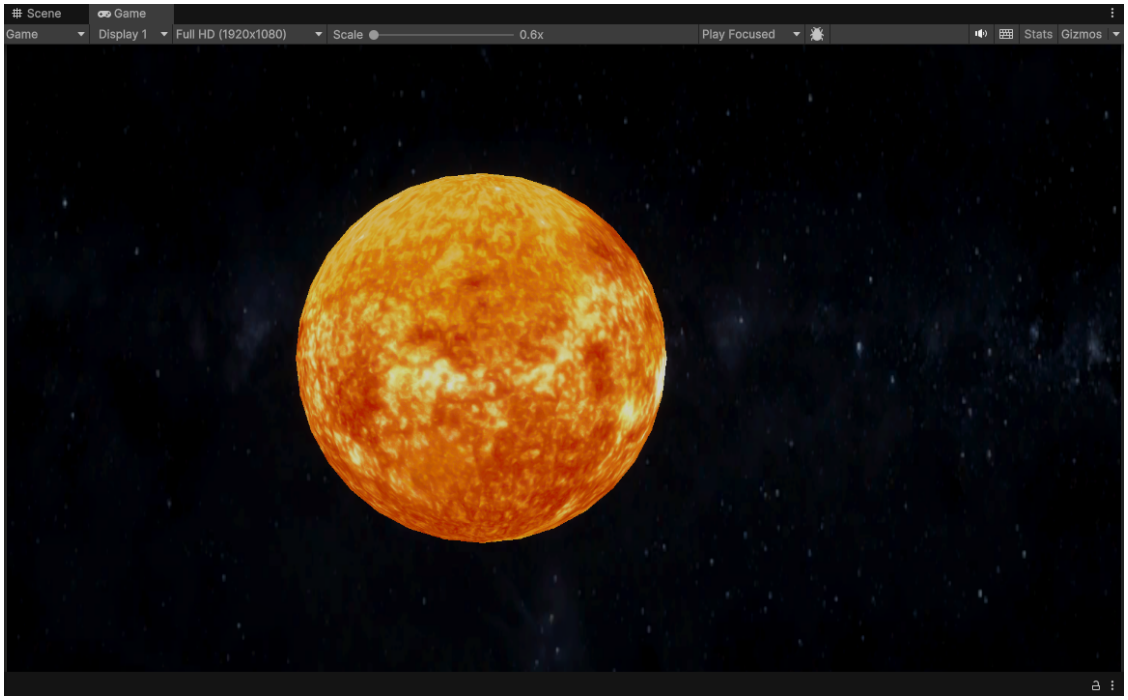
Solution

2.2 Soleil

— Dans l'onglet `Hierarchy` : bouton droit > `"3D Object > Sphere"`

- Renommer en "*Soleil*"
- Dans `Inspector` :
  - `Add Component > Light`
  - Modifier les propriétés de `Light`
    - `Mode` : `Mixed` (voir la doc.)
    - `Emission > Range` : 30
    - `Emission > Intensity` : 2.6
    - `Shadow > Shadow Type` : `Soft shadows`
- Dans `Project`, ouvrir le dossier `Images > Materials`
- Vérifier que l'asset "`2k_sun`" est présent. Si son aspect est blanc (défaut), lui associer dans l'`Inspector` (toujours avec le `Shader` de type *Universal Render Pipeline/Lit*) :
  - `Surface Inputs > Base Map` : la texture `2k_sun`
  - `Emission > Emission Map` : la même texture
- Cliquer sur cet asset et glisser-déposer sur le *Soleil* dans la scène ou l'`Inspector` : le composant `Material` se met à jour. Laisser les autres propriétés par défaut.

Le résultat devrait ressembler à la fig. 4a (en sélectionnant l'onglet `Game`).



(a) Soleil éclairant la scène

Solution

2.2.1 Terre

Ajouter un objet 3D `Sphere` dans la `Hierarchy` comme enfant de *Soleil* et le nommer *Terre*. Pour ce nouvel objet et les suivants, il faudr peut-être adapter sa position et celle de la caméra pour visualiser l'ensemble.

- `Ìnspector -> Transform`
  - (à adapter) `Position : X = 1.5 ; Y = 0 ; Z = 0`
  - `Scale : X = 0.3 ; Y = 0.3 ; Z = 0.3` (le redimensionnement est calculé **dans le repère local de l'objet parent** (ici, *Soleil*)
- Suivre les étapes précédentes utilisées pour affecter une texture au *Soleil* pour affecter une texture à partir de l'image *2k_ earth_ daymap.jpg*.
- Affecter ce `Material` directement à *Terre* en le déplaçant depuis `Projects`ur la vue centrale

— `Inspector -> Shader`

— `Advanced Options` : activer `Enable GPU instancing`

→ *l'option* `Double Sided Global Illumination` *n'existe plus dans cette version de* `Unity`

— Au besoin, déplacer *Main Camera* pour englober le *Soleil* et la *Terre* dans la pyramide de vision.

2.2.2 Lune

— Ajouter un objet 3D `Sphere` dans la hiérarchie comme enfant de *Terre* et le nommer *Lune*.

— `Inspector -> Transform`

  — `Position : X = 1.035 ; Y = 0 ; Z = 0`

  — `Scale : X = .3 ; Y = .3 ; Z = .3`

— Reprendre la procédure d'ajout de texture à partir de l'image *2k_ moon.jpg*.

— Ajouter une `Camera` comme enfant de *Lune* et laisser les propriétés par défaut, puis ajouter une `Skybox` en reprenant la procédure utilisée pour la *Main Camera*, ou en précisant directement le même `Material` dans le champ *Custom Skybox*.

ATTENTION : cette seconde caméra est activée par défaut et prend la place de la première dans le `Game View`. Désactiver cette caméra en désactivant la propriété `Inspector -> Camera`.

2.2.3 Mars

— Ajouter un objet 3D `Sphere` dans `Hierarchy` comme enfant de *Soleil* et le nommer *Mars*.

— `Inspector -> Transform`

  — `Position : X = 2.27 ; Y = 0 ; Z = 0`

  — `Scale : X = 0.25 ; Y = 0.25 ; Z = 0.25`

— Reprendre la procédure d'ajout de texture à partir de l'image *2k_ mars.jpg*.

2.2.4 Phobos

On a décrit précédemment comment faire interpréter par `Unity` le fichier relatif à *Phobos*, au format *glTF*. D'autres fichiers sont disponibles sur le site de la NASA par exemple.

— Vérifier que l'objet importé (en fait, une archive) est bien placé dans `Assets > Images` et l'intégrer dans `Hierarchy` comme enfant de *Mars*.

— `Inspector -> Transform`

  — `Position : X = -.7 ; Y = 0 ; Z = 0`

  — `Scale : X = 0.01 ; Y = 0.01 ; Z = 0.01`

2.2.5 Deimos

Reprenre la procédure précédente pour intégrer *Deimos* comme lune de *Mars*. On peut utiliser le fichier sur ce site.

— Vérifier que l'objet importé (en fait, une archive) est bien placé dans `Assets > Images` et l'intégrer dans `Hierarchy` comme enfant de *Mars*.

— `Inspector -> Transform`

  — `Position : X = 0 ; Y = 1 ; Z = 0`

  — `Scale : X = 0.01 ; Y = 0.01 ; Z = 0.01`

3 Premier script pour animer tout cela

Je vous propose de réaliser le fameux script `JeTourne.cs` du cours, qui se contente d'appeler la rotation autour du soleil. Chercher dans la documentation `Unity`, le rôle de la fonction `FixedUpdate()`. Modifiez votre programme pour l'utiliser en conséquence comme dans le cours. Nous ferons en particulier les variables suivantes sans les lier à des boutons ou autre widget :

— Ajoutez dans votre script une variable booléenne qui détermine si l'objet en question tourne ou non.
— Placez la vitesse de rotation de votre objet paramètre.
— Surchargez les fonctions intéressantes du cycle de vie de votre objet pour en faire un affichage dans la console.

Solution

On place d'abord le script dans le dossier `Assets`[a]. Puis on ajoute ce script à *Soleil* avec un glisser-déposer ou l'`Inspector` : `Add Components > Scripts > Je Tourne`.

Contenu de `JeTourne.cs` :

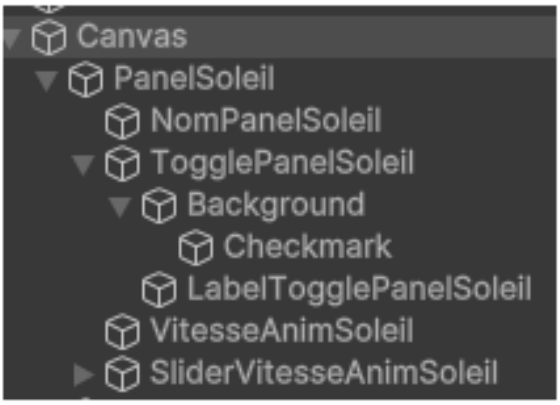
```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class JeTourne : MonoBehaviour
{
        // Par introspection, l'attribut public [mustTurn] est ajoute
        // sous forme de [Toggle] dans les proprietes du script de l'Inspector,
        sous le nom [Must Turn]
        // Modifier cette valeur dans l'Inspector modifie cet attribut dans ce code
        public bool mustTurn = true;

        // L'attribut [rotationSpeed] est egalement ajoute dans les proprietes du script,
        // sous le nom [Rotation Speed]
        // Modifier cette valeur dans l'Inspector modifie cet attribut dans ce code
        public double rotationSpeed = 5.0;


        // Start is called before the first frame update
        void Start()
        {
                Debug.Log("Start()␣de␣" + gameObject.name);
                mustTurn = true;
        }

        // Update is called once per frame
        void Update()
        {
                Debug.Log("Update()␣de␣" + gameObject.name);
        }

        // FixedUpdate is called at fixed frames. To use with rigid Bodies
        // https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.FixedUpdate.html
        void FixedUpdate()
        {
                Debug.Log("FixedUpdate()␣de␣" + gameObject.name);
                if (mustTurn)
                {
                    Debug.Log("Rotation␣de␣" + gameObject.name);
                        // Rotation autour de l'axe Y
                        //   transform.Rotate(0, 5 * Time.fixedDeltaTime, 0);
                        transform.Rotate(0, ((float)rotationSpeed) * Time.fixedDeltaTime, 0);
                }
        }

        public void toggle()
        {
                Debug.Log("toggle()␣de␣" + gameObject.name);
                mustTurn = !mustTurn;
        }
}
```

Les logs sont affichés dans l'onglet `Console`, à côté de `Project`. On constate que tous les éléments enfants de *Soleil* subissent le même mouvement, avec le *Soleil* comme centre de rotation.

a. On peut créer un dossier `Scripts` spécifique, au besoin.

4 Interaction pour le contrôle du système solaire

Réalisez l'interface proposée ci-dessous pour le soleil :



Ensuite sur ce même modèle, réalisez l'interface pour la *Terre* et *Mars* uniquement.

Solution

4.1 Création du `canvas`

— Dans `Hierarchy` : bouton droit : `UI -> Canvas`. Un objet `EventSystem` est également automatiquement ajouté.

— Parmi les propriétés de ce `Canvas`, les valeurs de position et de dimensions sont automatiquement définies et non modifiables. Ces valeurs seront adaptées au contenu de cet objet. On sélectionne ici *Screen Space - Overlay*[a].

— (**optionnel**) Par défaut, la propriété `Canvas > Render Mode` vaut *Screen space - Overlay*, ce qui signifie que le `Canvas` va automatiquement couvrir tout l'écran. Pour modifier ses dimensions, il faut passer cette propriété à *World Space*, ce qui débloque les champs de positions et de dimensions.

→ en contrepartie, le système prévient qu'il faut y associer un `Event Camera` : on peut sélectionner la *Main Camera*.

4.2 `PanelSoleil`

— Ajouter un `UI > Panel` nommé *PanelSoleil* comme enfant de *Canvas*.

— `Inspector > Rect Transform`

  — cliquer sur l'icone de positionnement en haut à gauche, `Stretch / Stretch` et sélectionner `top / left`

  — `Pivot X = 0 ; Y = 1`. Ces valeurs représentent le point à partir duquel les coordonnées suivantes sont calculées.

  — `Pos X = 10 ; Pos Y = -40 ; Pos Z = 0`

  — `Width = 300 ; Height = 130`

a. Avec le choix "*Screen Space - Camera*", le rendu serait à peu près le même sauf que les objets de la scène pourraient couvrir les éléments du `Canvas`.

Solution

4.2.1 Label du Panel

— Ajouter un `UI > Legacy > Text` nommé "*NomPanelSoleil*" comme enfant de *PanelSoleil*.

— `Inspector > Rect Transform`

  — `Stretch / Stretch > top / left`

  — `Pivot X = 0 ; Y = 1`

  — `Pos X = 10 ; Pos Y = -10 ; Pos Z = 0`

  — `Width = 160 ; Height = 30`

— `Inspector > Text`

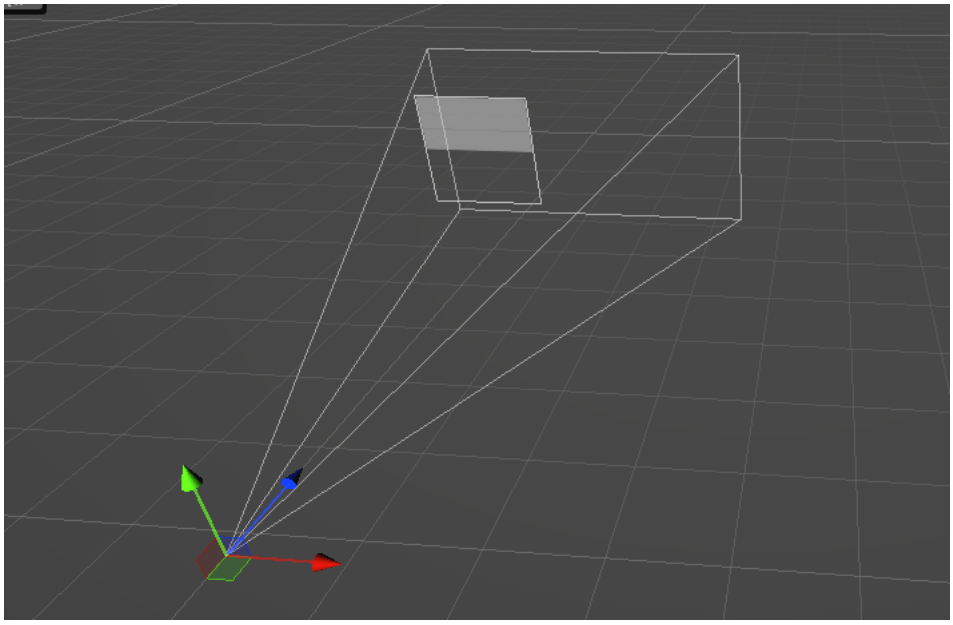


FIGURE 5 – Le Canvas à l'intérieur de la pyramide de vision

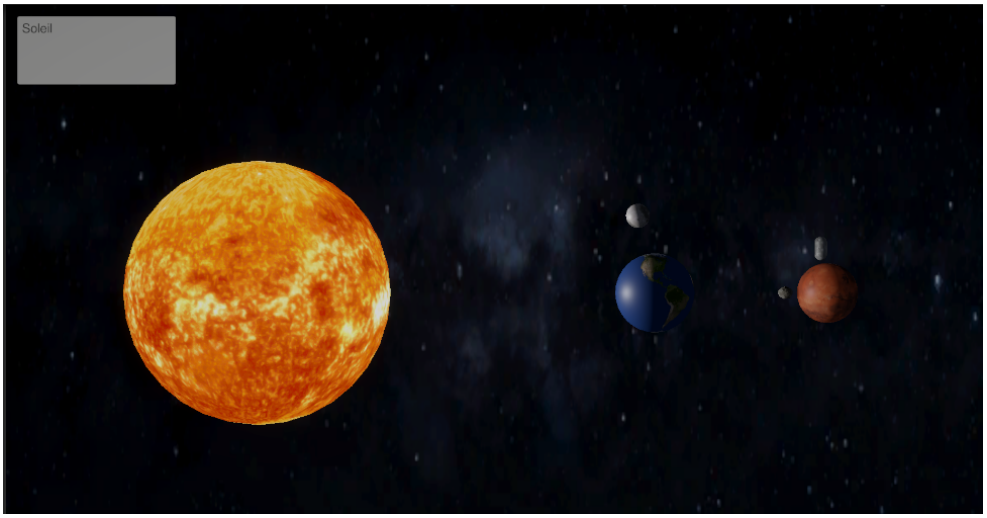


FIGURE 6 – Panel *Soleil*

— `Text` > *Soleil*
— `Character > Font Size` > 24

Le panel apparaît sous la forme d'un rectangle gris dans la fig. 6 en vue `Game`.

4.2.2 Case à cocher du Panel

— Ajouter un `UI > Toggle` nommé "*TogglePanelSoleil*" comme enfant de *PanelSoleil*.
— `Inspector > Rect Transform`
  — `Stretch / Stretch > top / left`
  — `Pivot X = 0 ; Y = 1`
  — `Pos X = 10 ; Pos Y = -40 ; Pos Z = 0`
  — `Width = 160 ; Height = 20`

TogglePanelSoleil contient lui-même une hiérarchie :
— `Background > Label` : à renommer en "*LabelTogglePanelSoleil*" et modifier sa propriété `Text` pour remplacer "*Toggle*" par "*Animate*".

4.2.3 Label Vitesse

— Ajouter un `UI > Legacy > Text` nommé "*VitesseAnimSoleil*" comme enfant de *PanelSoleil*.
— `Inspector > Rect Transform`
  — `Stretch / Stretch > top / left`
  — `Pivot X = 0 ; Y = 1`
  — `Pos X = 10 ; Pos Y = -70 ; Pos Z = 0`
  — `Width = 160 ; Height = 20`

4.2.4 Slider Vitesse

— Ajouter un `UI > Slider` nommé "*SliderVitesseAnimSoleil*" comme enfant de *PanelSoleil*.
— `Inspector > Rect Transform`
  — `Stretch / Stretch > top / left`
  — `Pivot X = 0 ; Y = 1`
  — `Pos X = 10 ; Pos Y = -90 ; Pos Z = 0`
  — `Width = 250 ; Height = 20`
— `Inspector > Slider`
  — `Min Value = 0`
  — `Max Value = 100`

4.3 Panel Terre et Panel Mars

— Dupliquer *PanelSoleil* avec `UI -> Duplicate` dans la `Hierarchy` en deux exemplaires : *PanelTerre* et *PanelMars*
— Vérifier que les propriétés des objets dupliqués sont bien mises à jour (par exemple pour les valeurs `min` et `max` des `Sliders`)
— Déplacer ces `Panels` les uns en-dessous (ou à côté) des autres dans le *Canvas* principal
— Renommer les objets en conséquence

À ce stade, la vue en mode `Game` devrait ressembler à la fig. 7.

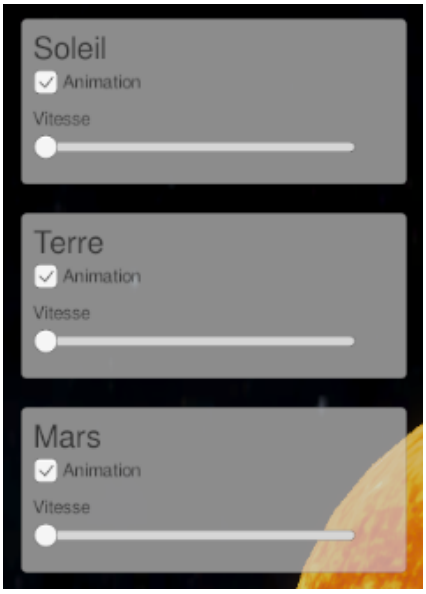


FIGURE 7 – Les trois panels

Maintenant que vous avez une jolie interface, vous allez réaliser la connexion au écouteur d'événement des boutons d'animation pour contrôler si la rotation de l'astre associé est active ou non. En bref, il vous est demandé de réaliser une fonction, qui détecte les changements de valeur de la `Checkbox` pour en activer/désactiver l'animation selon la valeur du booléen. Concernant le `Slider`, nous considérons qu'il pourra prendre des valeurs de 0 à 100 et qui contrôlera la vitesse de rotation de l'objet associé.

Solution

Dans un premier temps :

1. Affecter le même script `JeTourne.cs` à la *Terre* et *Mars* avec `Inspector > Add Component` et la barre de recherche. On peut aussi directement sélectionner le script dans l'onglet du `Project` et le déplacer sur les objets de la scène.
2. Dans le mode `Game`, désactiver à tour de rôle le `Toggle Must Turn` de chaque `GameObject` pour mieux observer ses effets.

Ensuite, associer le script suivant nommé *PanelSoleilScript.cs* au *PanelSoleil* avec `Inspector > Add Component > New Script` [a]. Il permet de modifier *via* ce `Canvas` l'activation/désactivation de la rotation du *Soleil* et sa vitesse. Pour éditer ce script depuis l'`Inspector`, cliquer sur les 3 points verticaux à droite de ce composant pour faire apparaître un menu contextuel, puis cliquer sur `Edit`.

```
// Inspire de
// https://docs.unity3d.com/2019.1/Documentation/ScriptReference/UI.Toggle-onValueChanged.html
//Attach this script to a Toggle GameObject. To do this, go to Create>UI>Toggle.
//Set your own Text in the Inspector window
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
public class PanelSoleilScript : MonoBehaviour
{
        Toggle m_Toggle;
        Slider m_Slider;
        GameObject soleil;
        void Start()
        {
                // m_Toggle est le Toggle enfant de PanelSoleil
                m_Toggle = GetComponentInChildren<Toggle>();
                if (m_Toggle == null)
                Debug.Log("m_Toggle Soleil = nul");
                // m_Slider est le Slider enfant de PanelSoleil
                m_Slider = GetComponentInChildren<Slider>();
                if (m_Slider == null)
                Debug.Log("m_Slider soleil = nul");
                //Add listener for when the state of the Toggle changes, to take action
                m_Toggle.onValueChanged.AddListener(delegate {
                        ToggleValueChanged(m_Toggle);
                });
                m_Slider.onValueChanged.AddListener(delegate {
                        SliderValueChanged(m_Slider);
                });
                soleil = GameObject.Find("Soleil");
        }
        void ToggleValueChanged(Toggle change)
        {
                soleil.GetComponent<JeTourne>().mustTurn =
                 !soleil.GetComponent<JeTourne>().mustTurn;
        }
        void SliderValueChanged(Slider change)
        {
                soleil.GetComponent<JeTourne>().rotationSpeed = change.value;
        }
}
```

— Reprendre le script ci-dessus et modifier les occurrences de *Soleil* par *Terre* ou *Mars*.

— Une fois ces scripts compilés, les ajouter respectivement à *PanelTerre* et *PanelMars*.

— Ne pas oublier de passer la `Max Value` de `SliderVitesseAnimTerre` et SliderVitesseAnimMars à 100 si nécessaire.

a. Il suffit d'indiquer le nom du script, sans son extension.

5 Placement de caméra

Lisez la page du guide suivant : `https://docs.unity3d.com/Manual/MultipleCameras.html`. Elle explique les deux façons de contrôler l'affichage d'une caméra simplement. [1]

Pour mettre en pratique les explications du lien, nous vous proposons d'ajouter une caméra locale à la *Lune* (de la

1. Ce lien évoque la propriété *Depth* permettant de déterminer quelle caméra est visible à un moment donné. Dans `Unity 6`, cette propriété est renommée `Rendering > Priority`.

Terre). Ajoutez des widgets à l'interface pour changer de caméra à la volée comme indiqué dans la documentation.

Pour les explications de la seconde partie, on se propose d'ajouter une 3ème caméra en vue de haut de notre système solaire. Cette vue devra apparaître en miniature dans le bord bas gauche de la fenêtre (ou un autre bord si vous préférez).

Solution

5.1 Ajout d'une Caméra pour la Lune

— Lorsque plusieurs caméras sont utilisées, la caméra visible est celle dont la valeur de la propriété `Priority` est la plus élevée.

— Si ce n'est déjà fait, ajouter un `GameObject Camera` *Camera Lune* à la *Lune*.

— Ajouter un `Component SkyBox` utilisant "*8k_ stars_ milky_ way*"

— Décocher l'*Audio Listener* de cette caméra (il est automatiquement ajouté à chaque nouvelle caméra, mais il ne devrait y en avoir qu'un seul activé à la fois dans la scène).

5.2 Ajout d'un Panel et du script

— Dans le `Canvas` principal, ajouter un `Panel` nommé `PanelCameras` qui comprendra un `Toggle` nommé *ToggleCameras*, dont le `Label` contiendra le texte "*Main / Lune*".

— Aligner *PanelCameras* avec les autres `Panels` de *Canvas*.

— Associer le script suivant *PermutationCamerasScript.cs* à *PanelCameras*.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
// Inspire de https://docs.unity3d.com/Manual/MultipleCameras.html
public class PermutationCamerasScript : MonoBehaviour
{
        // Toggle du Panel associe a ce script
        Toggle m_Toggle;
        // Cameras manipulees
        Camera mainCamera;
        Camera moonCamera;
        // Start is called before the first frame update
        void Start()
        {
                // m_Toggle est le Toggle enfant de PabelCameras
                m_Toggle = GetComponentInChildren<Toggle>();
                if (m_Toggle == null)
                Debug.Log("m_Toggle␣PanelCameras␣=␣nul");
                //Add listener for when the state of the Toggle changes, to take action
                m_Toggle.onValueChanged.AddListener(delegate {
                        ToggleValueChanged(m_Toggle);
                });
                mainCamera = getCameraFromParentName("Main␣Camera");
                mainCamera.enabled = true;
                moonCamera = getCameraFromParentName("Camera␣Lune");
                moonCamera.enabled = false;
        }
        private Camera getCameraFromParentName(System.String parentName) {
                GameObject cameraObject = GameObject.Find(parentName);
                if (cameraObject == null)
                Debug.Log("CameraObject␣of␣" + parentName + "=␣nul");
                Camera camera = cameraObject.GetComponent<Camera>();
                if (camera == null)
                Debug.Log("Camera␣of␣" + parentName + "=␣nul");
                return camera;
        }
        void ToggleValueChanged(Toggle change)
        {
                mainCamera.enabled = !mainCamera.enabled;
                moonCamera.enabled = !moonCamera.enabled;
        }
}
```

5.3 3ème caméra

- Dans la `Hierarchy`, ajouter une `Camera` (on peut dupliquer *Camera Lune*) et la nommer "*Camera Up View*".
- La placer et l'orienter de manière à offrir une "vue de dessus" du système solaire, par exemple, dans l'`Inspector` :
  - `Priority = 2` : valeur supérieure à la propriété de même nom des autres caméras
  - `Output > ViewPort Rect > X = 0.8 ; Y = 0` : place le rectangle de cette vue en bas à droite de la scène finale
  - `Output ViewPort Rect > W = 0.2 ; H = 0.2` : facteurs d'échelle des dimensions du rectangle de vue
- Ajouter un `Component SkyBox` utilisant "*8k_ stars_ milky_ way*".
- Décocher l'*Audio Listener* de cette caméra.

À ce stade, l'interface ressemble à celle de la fig. 8 (la vue de `Camera Up View` est affichée en bas à droite de l'écran).

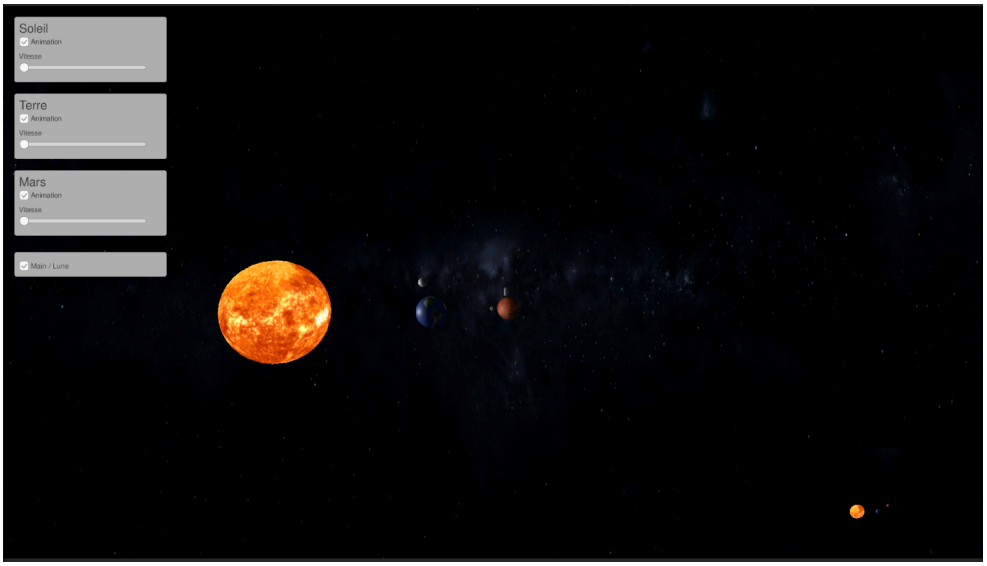


FIGURE 8 – Interface avec `Camera Up View`

6 Pour aller plus loin

La mécanique céleste mise en place jusqu'à présent est vraiment basique, mais offre un cadre suffisant pour l'apprentissage des animations. Nous vous proposons d'ajouter une comète cyclique (ou autre astre) qui n'est plus sous-fils du Soleil, mais bien un objet quelconque.

Pour pouvoir animer votre comète, vous allez devoir lui fournir une équation qui va traduire sa trajectoire. Pour cela, vous pouvez vous inspirer du lien suivant `https://fr.wikipedia.org/wiki/Trajectoire_d%27une_com%C3%A8te` ou d'utiliser l'équation d'un cercle autour du soleil par exemple.

Solution

L'objectif est de créer un objet qui tourne autour du *Soleil* mais n'appartient pas à sa hiérarchie.

- Importer un objet 3D au format `.obj` pour représenter un nouvel astéroïde, par exemple Bennu [a].
- Placer cet objet dans le `Project > Assets > Images`.
- Déplacer cet objet depuis `Project` vers `Hierarchy`, ce qui l'ajoute à la scène. Sa position initiale est en *(X=0, Y=0, Z=0)* : le déplacer sur le plan (XZ), avec la même valeur sur Y que le soleil.
- Réduire son échelle, par exemple 0,24 sur les trois axes.
- Associer à cet objet un enfant de type `Trail` : `bouton droit > Effects > Trail`.
- Modifier la *Position* de ce `Trail` en *(X = 0 ; Y = 0 ; Z = 0)* pour le "coller" sur *default*.
- Modifier le `Trail Renderer` de ce `Trail` :
  - en diminuant sa largeur `Width` (valeur *0.2* par exemple) ;
  - en modifiant éventuellement sa propriété `Color` ;
  - en modifiant la propriété `Time` correspondant à la durée de vie de la trace laissée par l'objet.

Le script suivant `TrajectoireScript.cs` associé à *Bennu* permet de créer une trajectoire elliptique autour du centre du repère global, avec le soleil constituant l'un des foyers de l'ellipse. L'attribut *Semi Minor* de `Bennu` accessible depuis l'`Inspector` permet de changer la forme de l'ellipse.

On utilise au préalable des classes supplémentaires pour afficher dans l'Inspector des propriétés en lecture seule.

```
// Assets > Scripts > ShowOnlyAttribute.cs
// Source: https://discussions.unity.com/t/how-to-make-a-readonly-property-in-inspector/75448/4

using UnityEngine;

public class ShowOnlyAttribute : PropertyAttribute
{

}
```

```
// Assets > Editor > ShowOnlyDrawer
// Source: https://discussions.unity.com/t/how-to-make-a-readonly-property-in-inspector/75448/4

using UnityEditor;
using UnityEngine;

[CustomPropertyDrawer(typeof(ShowOnlyAttribute))]
public class ShowOnlyDrawer : PropertyDrawer
{
	public override void OnGUI(Rect position, SerializedProperty prop, GUIContent label)
	{
		string valueStr;

		switch (prop.propertyType)
		{
			case SerializedPropertyType.Integer:
			valueStr = prop.intValue.ToString();
			break;
			case SerializedPropertyType.Boolean:
			valueStr = prop.boolValue.ToString();
			break;
			case SerializedPropertyType.Float:
			valueStr = prop.floatValue.ToString("0.00000");
			break;
			case SerializedPropertyType.String:
			valueStr = prop.stringValue;
			break;
			default:
			valueStr = "(not␣supported)";
			break;
		}

		EditorGUI.LabelField(position,label.text, valueStr);
	}
}
```

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UIElements;

// Trajectoire circulaire ou elliptique en utilisant le soleil comme foyer d'une ellipse
//  dans le plan (X,Z)
// On supose que le centre est en (0,0,0)
// Source : https://www.youtube.com/watch?v=CLXOEqvJ5Co

public class TrajectoireScript : MonoBehaviour
{
        private GameObject soleil;

        // Affichage en lecture seule. Voir fichiers
        // ShowOnlyAttribute.cs et ShowOnlyDriver.cs
        [ShowOnly] public float distanceCenterSun;
        [ShowOnly] public float semiMajor ; // demi-grand axe de l'ellipse > distanceCenterSun
        [ShowOnly] public float param; // paramèetre de l'équation polaire
        [ShowOnly] public float dist; // distance entre soleil et objet
        [ShowOnly] public float eccentricity;

        private Vector3 center = new Vector3(0.0f, 0.0f, 0.0f);
        private float semiMajorScale = 1.3f; // utilisé pour s'assurer que semiMajor est
        // toujours > ditanceCenterSun

        public float semiMinor ; // demi-petit axe de l'ellipse <= semiMajor, modifiable
        // par l'utilisateur

        // Angle de rotation entre ce GameObject et le soleil ;
        // a calculer a chaque pas de temps
        [ShowOnly] public float angle = 0f; // a convertir en radians


        // Start is called before the first frame update
        void Start()
        {
                soleil = GameObject.Find("Soleil");
                if (soleil == null)
                Debug.Log("TrajectoiresScript: soleil = null");

                distanceCenterSun = Vector3.Distance(center, soleil.transform.position);
                semiMajor = distanceCenterSun * semiMajorScale; // toujours
                semiMinor = semiMajor;

        }

        // Update is called once per frame
        void Update() { }
```

```
// FixedUpdate is called at fixed frames. To use with rigid Bodies
// https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.FixedUpdate.html
void FixedUpdate()    {
        // L'utilisateur peut modifier la position du soleil
        // (en restant dans le même plan), ce qui va jouer sur semiMajor
        distanceCenterSun = Vector3.Distance(center, soleil.transform.position);
        semiMajor = distanceCenterSun * semiMajorScale;

        // semiMinor doit rester <= semiMajor
        if (semiMinor > semiMajor || semiMinor == 0f)
        semiMinor = semiMajor;

        // L'excentricité doit être incluse dans [0.0; 1.0[
        eccentricity = (Mathf.Sqrt(semiMajor * semiMajor - semiMinor * semiMinor)) / semiMajor;

        // Parametre pour équation polaire
        param = semiMinor * semiMinor / semiMajor;
        Debug.Log("param = " + param);

        // Distance entre l'objet en mouvement et l'un des foyers (le soleil)
        float angleRad = Mathf.Deg2Rad * angle;
        dist = param / (1 + eccentricity * Mathf.Cos(angleRad));

        // Position en X,Z de l'objet : dépend de sa distance par rapport au soleil
        // et de la position de ce dernier dans le repère global
        float newX = dist * Mathf.Cos(angleRad) + soleil.transform.position.x;
        float newZ = dist * Mathf.Sin(angleRad) + soleil.transform.position.z;

        this.gameObject.transform.position = new Vector3(newX,
        soleil.transform.position.y,
        newZ);

        angle += 1f;//can be used as speed

        if (angle > 360f) { angle = 0f; }

        Debug.Log("new X = " + this.gameObject.transform.position.x +
        ", new Z = " + this.gameObject.transform.position.z);

        }
}
```

La fig. 9 affiche la trace laissée par `Bennu` en cours d'animation.

a. Ce maillage n'a pas de normale incluses, mais `Unity` les recalcule automatiquement.

Remarque : le `trail` se comporte parfois bizarrement quand on modifie la forme de l'ellipse : l'objet suit bien la nouvelle trajectoire mais le `trail` conserve toujours la même (?).

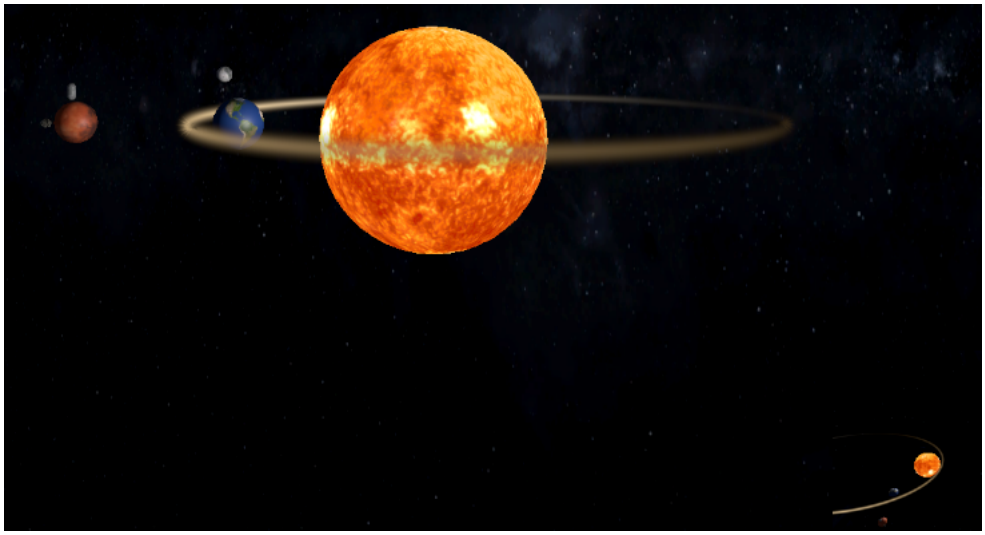


FIGURE 9 – Interface avec `Bennu` en mouvement

7 Toujours plus loin

Si vous avez tout fini, nous pouvons complexifier les traitements en regardant la documentation :

— En utilisant la fonction `LookAt` dans la classe `Transform`, ajoutez pour chaque interface un bouton `'Center View'` qui centre la vue de la caméra principale vers l'astre associé.

— Modifier votre traitement précédent pour que la caméra tourne doucement vers sa position finale pour éviter de perdre l'utilisateur ou lui donner des nausées. Pour cela, nous utiliserons une interpolation linéaire ou sphérique entre le point de vue de départ et le point de vue d'arrivée avec une vitesse constante.

Solution

7.1 Création des Toggles

L'objectif est de pouvoir sélectionner la planète sur laquelle la vue de la caméra principale sera centrée, ou bien de revenir à l'orientation originale de la caméra.

— Repositionner les `Panels` du `Canvas` principal pour ajouter un nouveau `Panel` nommé "*PanelLookAt*".

— Ajouter dans *PanelLookAt* un `Label` nommé *NomPanelLookAt* et contenant le `Text` "*Cameras LookAt*".

— Ajouter une succession de `Toggles` nommés respectivement *ToggleSoleil*, *ToggleTerre*, *ToggleMars* et *ToggleOriginal* avec les `Text` de leurs `Labels` respectifs : *Soleil*, *Terre*, *Mars* et *Original*.

— Pour chaque `Toggle` :

  — Désactiver la propriété `IsOn`, sauf pour *Original*

  — Ajouter le `Component Layout Element` et spécifier la propriété `LayoutElement -> Preferred Height` = 20 (coche activée).

7.2 ToggleGroup

On va maintenant regrouper tous ces `Toggle` dans un `ToggleGroup`.

— Dans *PanelLookAt*, créer un `Create Empty` nommé *ToggleGroupLookAt*. Il s'agit d'un `GameObject` quasiment vide avec des propriétés minimales, que l'on va utiliser comme un conteneur. Le redimensionner au besoin pour qu'il tienne dans *PanelLookAt*.

— Modifier la hiérarchie pour que *ToggleGroupLookAt* devienne le parent des `Toggles`.

— Ajouter à *ToggleGroupLookAt* le `Component Toggle Group` et désactiver le booléen `Allow Switch Off` de ce dernier pour faire en sorte qu'un seul `Toggle` enfant soit sélectionné à la fois.

— Ajouter le `Component Vertical Layout Group` à *ToggleGroupLookAt* si les `Toggles` sont disposés verticalement ; le `Component Horizontal Layout Group` sinon.

— Dans ce `Component`, désactiver la propriété `Child Force Expand > Height` pour `Vertical Layout Group` ou `Child Force Expand > Width` pour `Horizontal Layout Group`.

— Ajouter le script suivant *ToggleGroupLookAtScript.cs* à *ToggleGroupLookAt*. Il permet de récupérer la planète associée au `Toggle` sélectionné.

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using UnityEngine.UI;
using System.Linq;

public class ToggleGroupLookAtScript : MonoBehaviour {
  ToggleGroup m_ToggleGroup;
  Toggle m_PreviousToggle;
  Toggle m_SelectedToggle;

  public Toggle GetCurrentSelection() {
        return m_ToggleGroup.ActiveToggles().FirstOrDefault();
  }

  public Toggle GetPreviousSelection() {
        return m_PreviousToggle;
  }

  void Start() {
        m_ToggleGroup = GetComponent<ToggleGroup>();
        m_PreviousToggle = GetCurrentSelection();
        m_SelectedToggle = GetCurrentSelection();
        Debug.Log("[ToggleGroupLookAtScript][Start] m_PreviousToggle = " +
        m_PreviousToggle.name + ", m_SelectedToggle = " +
        m_SelectedToggle.name);
  }

  public GameObject GetGameObjectFromToggle(Toggle toggle) {
        switch(toggle.name) {
                case "ToggleSoleil":
                        return GameObject.Find("Soleil");
                case "ToggleTerre":
                        return GameObject.Find("Terre");
                case "ToggleMars":
                        return GameObject.Find("Mars");
                case "ToggleOriginal":
                        return GameObject.Find("Main Camera");
                default:
                        return null;
        }
  }

  void Update() {
        if (GetCurrentSelection() != m_SelectedToggle) {
                m_PreviousToggle = m_SelectedToggle;
                m_SelectedToggle = GetCurrentSelection();

                Debug.Log("[ToggleGroupLookAtScript][Update] m_PreviousToggle = " +

                m_PreviousToggle.name + ", m_SelectedToggle = " +
                m_SelectedToggle.name);
        }
  }
}
```

Sélectionner l'ensemble des `Toggle` enfants, puis cliquer sur `ToggleGroupLookAt` et le déplacer à la souris dans la propriété `Toggle > Group` des enfants sélectionnés. La valeur de cette propriété passe de `None (Toggle Group)` à `ToggleGroupLookAt (Toggle Group)`.

On peut tester l'activation des boutons en démarrant la scène et en cliquant sur chaque bouton du groupe, ce qui désactive le bouton précédent.

7.3 Changement de caméra

Le script *LookAtPlanetSlerpScript.cs* ci-dessous est attaché à chaque `Toggle` enfant de `ToggleGroupLookAt`. Pour chacun d'eux, il vérifie s'il est sélectionné et dans ce cas, si le `Toggle` précédemment sélectionné est différent, change la position de la caméra d'une planète à l'autre, selon une interpolation sphérique basée sur les quaternions.

```
// Script attache aux GameObject "Toggle" enfants de ToggleGroupLookAt pour
//  centrer la vue de la camera principale sur une planete donnee,
// ou revenir a l'orientation originale.

// Attention : chaque Toggle possede sa propre instance de ce script.
// Donc toutes les variables du script sont definies independamment pour chaque Toggle
// (elles ne sont pas partagees)

// Inspire de
// https://docs.unity3d.com/2019.1/Documentation/ScriptReference/UI.Toggle-onValueChanged.html
// Set your own Text in the Inspector window

using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using System.Collections;
using System.Linq;

public class LookAtPlanetSlerpScript : MonoBehaviour
{
  Toggle m_Toggle;

  GameObject m_MainCamera;

  float m_TimeCount = 0.0f;

  bool m_EnableInterpolation = false;

  ToggleGroup m_ToggleGroup;

  Quaternion m_MainCameraInitialRotation;

  public ToggleGroupLookAtScript m_ToggleGroupLookAtScript;

  void Start() {
    Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] [1]");

    // On recupere le script identifiant la planete vers laquelle deplacer la camera
    m_ToggleGroupLookAtScript =
      GameObject.FindObjectOfType(typeof(ToggleGroupLookAtScript))
        as ToggleGroupLookAtScript;

    Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] [2]");

    // ToggleGroup parent
    m_ToggleGroup = GetComponentInParent<ToggleGroup>();
    if (m_ToggleGroup == null) {
        Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] m_ToggleGroup = nul");
    }
    else {
      Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] m_ToggleGroup = " + m_ToggleGroup.name);
    }

    // m_Toggle est le Toggle "enfant" de ce GameObject (en fait le Toggle actuel)
    m_Toggle = GetComponentInChildren<Toggle>();

    if (m_Toggle == null)
       Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] m_Toggle = nul");
```

```
// Add listener for when the state of the Toggle changes, to take action
        m_Toggle.onValueChanged.AddListener(delegate {
                ToggleValueChanged(m_Toggle);
        });

        // On recherche la [Main Camera] pour la position originale
        m_MainCamera = GameObject.Find("Main Camera");

        // Enregistrement de la rotation de la camera originale
        m_MainCameraInitialRotation = m_MainCamera.transform.rotation;
        if (m_MainCamera == null) {
                Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] m_MainCamera = nul");
        }
}

  void ToggleValueChanged(Toggle change) {
        if (m_Toggle.isOn) {
                Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript] m_Toggle = " + m_Toggle.isOn +
                " pour " + name);
                m_EnableInterpolation = true;
        }
  }

  void FixedUpdate() {
    Toggle selectedToggle = m_ToggleGroupLookAtScript.GetCurrentSelection();
    Toggle previousToggle = m_ToggleGroupLookAtScript.GetPreviousSelection();

    if (m_Toggle.isOn) { // Ce Toggle est active

      // Recuperation de la planete associee
      GameObject selectedObject =
        m_ToggleGroupLookAtScript.GetGameObjectFromToggle(selectedToggle);

      if (m_EnableInterpolation) {
        if (selectedToggle != previousToggle) {
          if (selectedObject != m_MainCamera) {
            GameObject previousObject =
              m_ToggleGroupLookAtScript.GetGameObjectFromToggle(previousToggle);

            if (selectedObject == null || previousObject == null) {
              Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript][Update] selectedObject = nul ou "
                + "previousObject = nul");
            }

// https://docs.unity3d.com/2022.2/Documentation/ScriptReference/Quaternion.LookRotation.html
            Vector3 relativePos = selectedObject.transform.position -
              m_MainCamera.transform.position;

            Quaternion rotation = Quaternion.LookRotation(relativePos, Vector3.up);

// https://docs.unity3d.com/2022.2/Documentation/ScriptReference/Quaternion.Slerp.html
// [m_timeCount] varie entre 0 (axe de rotation initial) et 1 (axe de rotation final)
// Sa valeur est mise a jour a chaque frame.
            m_MainCamera.transform.rotation =
              Quaternion.Slerp(m_MainCamera.transform.rotation,
                               rotation,
                               m_TimeCount);
          }
```

```
        else { // selectedObject == m_MainCamera
            GameObject previousObject =
              m_ToggleGroupLookAtScript.GetGameObjectFromToggle(previousToggle);

            if (selectedObject == null || previousObject == null) {
              Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript][Update] selectedObject = nul ou "
               + "previousObject = nul");
            }

            m_MainCamera.transform.rotation =
            Quaternion.Slerp(m_MainCamera.transform.rotation,
                             m_MainCameraInitialRotation,
                             m_TimeCount);
          }
            UpdateTimeCount();
        }
      }
      else if (m_MainCamera != selectedObject) {
        m_MainCamera.transform.LookAt(selectedObject.transform);
      }
    }
  }

  void UpdateTimeCount() {
    Debug.Log("[LookAtPlanetSlerpScript][Update] rotation = " +
      m_MainCamera.transform.rotation);
    m_TimeCount += Time.deltaTime;

    // [m_TimeCount] doit rester dans l'intervalle [0; 1].
    if (m_TimeCount > 1.0f) {
      m_TimeCount = 0.0f;

      // On est arrive sur l'axe de rotation final : l'interpolation stoppe
      m_EnableInterpolation = false;
    }
  }
}
```